

# **ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ПОРОШКА КАРБИДА ВОЛЬФРАМА WC ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

*Терентьев Д.С., Приходько Е.А., Резанов И.Ю., Руктуев А.А.*

*Руководитель – проф., к.т.н. Буров В.Г.*

Новосибирский государственный технический университет,

г. Новосибирск,

Terentiev240485@mail.ru

Технологические особенности промышленных методов получения наноструктурированных порошков карбидов тугоплавких металлов не всегда позволяют синтезировать готовый продукт нужной чистоты и требуют проведения дальнейшей сепарации. Разделение наночастиц по гранулометрическому составу, механическое измельчение и активация их поверхностей с целью придания им новых физических и химических свойств, лишь малая часть актуальных проблем производства наноматериалов. Основная сложность процесса сепарации заключается в отделении тонких фракций основного компонента от продуктов синтеза.

Одним из перспективных методов предварительной сепарации является ультразвуковое диспергирование, позволяющее получать ультрадисперсные, однородные и химически чистые взвеси твердых частиц в жидкостях. Диспергирование суспензий осуществляется воздействием ультразвуковых волн на агрегаты твердых частиц, связанных между собой силами различной природы.

В настоящей работе сепарации подвергался сажевый конденсат - продукт плазмохимического синтеза наноразмерных частиц карбида вольфрама WC. Синтез осуществлялся на установке электродугового испарения, спроектированной и изготовленной в лаборатории «Физикохимия наноматериалов» ИНХ СО РАН. Сажевый конденсат оседал на стенках камеры в процессе испарения графитового стержня, наполненного порошком карбида вольфрама. Полученный сажевый конденсат представлял собой механическую композицию аморфного углерода, наноразмерных частиц углерода и карбида вольфрама.

Сепарация наноразмерных частиц карбида вольфрама от сажевого конденсата проводилась поэтапно в дисперсионных средах с разной плотностью. Обработка осуществлялась по трехступенчатой схеме в ультразвуковой ванне УЗИ-1.5-100, мощностью 50 Вт. В качестве дисперсионных сред использовались – хлороформ и бромформ, бесцветные высокоплотные жидкости. На первом этапе использовался раствор хлороформа с соотношением по массе жидкость – сажевый конденсат 40:1. На втором этапе ультразвуковое диспергирование выполнялось в смеси растворов хлороформа и бромформа с соотношением по массе 60:1. На третьем этапе для сепарирования

использовался бромформ с соотношением по массе 80:1. Увеличение плотности дисперсионной среды в совокупности с воздействием ультразвуковых волн способствовало всплытию легких фракций углерода на поверхность и седиментации тяжелых частиц карбида вольфрама на дно ванны.

В качестве исходных материалов для получения наноразмерных частиц карбида вольфрама плазмохимическим методом, использовались мелкодисперсные порошки трех видов - карбид вольфрама (WC), вольфрам (W) и оксид вольфрама (WO<sub>3</sub>). Лучшие результаты по процентному выходу готового продукта обеспечивало использование порошка WC.

Морфология частиц исходного порошка карбида вольфрама WC, полученного плазмохимическим методом, была исследована с помощью растрового электронного микроскопа EVO 50 XVP, действующего со сверхвысоким напряжением ЕНТ – 20 кВ. Анализ результатов исследования показал, что частицы порошка карбида вольфрама WC, преимущественно сферической формы, (см. рис. 1) имеют средний размер в диапазоне 2...10 мкм.

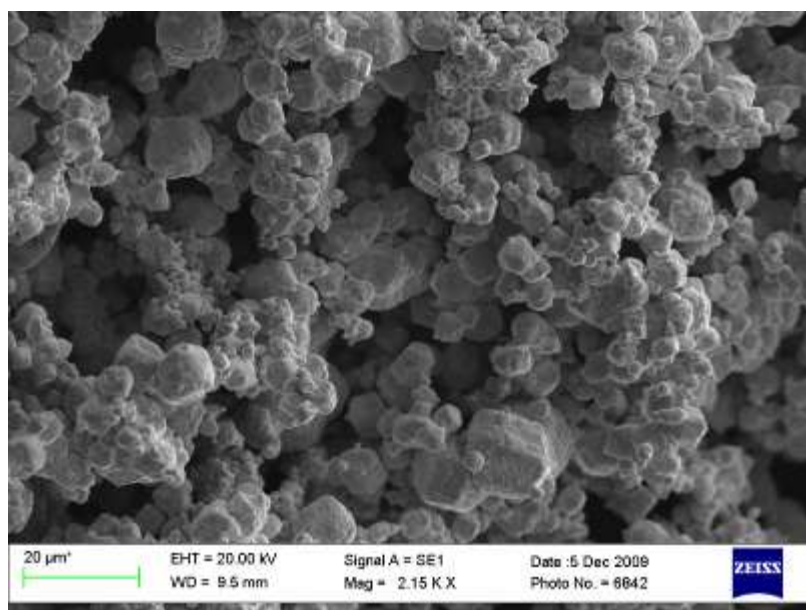


Рисунок 1. Растровая электронная микроскопия исходного порошка карбида вольфрама WC

Средний размер полученных частиц карбида вольфрама плазмохимическим методом варьировался в интервале от 5 до 15 нм. Одновременно наблюдались аномально большие частицы 30...40 нм и малые 2...3 нм (см. рис. 2). Узкий диапазон распределения по размерам частиц во многом связан с их высокой скоростью охлаждения.

Изображение на рис. 2, получено с помощью просвечивающего электронного микроскопа Tescan G2 20TWIN.

Масса вольфрамсодержащих продуктов синтеза составила 13...13,5 % от общей массы сконденсированного вещества. Расчет проведен на основе данных синхронного термического анализа, выполненного на системе NETZSCH Jupiter STA 449c сопряженной с масс-спектрометром QMS 403C Aëolos (TG-QMS).

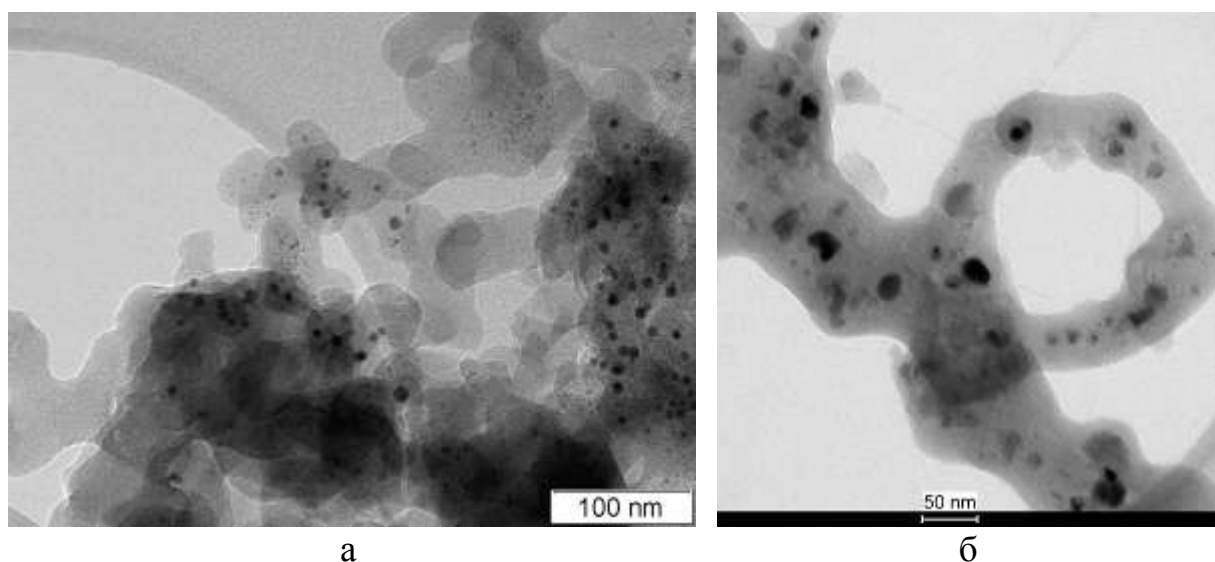


Рисунок 2. Просвечивающая электронная микроскопия наноразмерных частиц карбида вольфрама WC:

а – в продуктах плазмохимического синтеза,  
б – после ультразвукового диспергирования

#### Выводы:

1. Ультразвуковое диспергирование является перспективным методом предварительной сепарации продуктов плазмохимического синтеза.
2. Поэтапная сепарация в дисперсионных средах с разной плотностью дает лучшие результаты.
3. Ультразвуковое диспергирование имеет малую эффективность при отделении ультрадисперсных частиц карбида вольфрама, окруженных наноразмерным углеродом.

#### Используемые литературные источники:

1. Буров В. Г., Дробяз А. А., Терентьев Д. С., Чуканов И. С.. Синтез наноразмерного порошка карбида вольфрама. Обработка металлов: Технология. Оборудование. Инструменты. 2010. №1. С. 3-5.
2. Гусев А. И., Курлов А. С.. Аттестация нанокристаллических материалов по размеру частиц (зерен). Металлофизика и новейшие технологии. 2008. Т.30. № 5. С.679-694.
3. Булина Н. В., Петраковская Э. А., Марачевский А. В., Литяева И. С., Осипова И. В., Глушенок Г. А., Kratschmer W., Чурилов Г. Н.. Синтез и исследование железо-фуллереновых кластеров. Физика твердого тела. 2006. Т. 48. вып. 5. С. 952-954.